

UOT 626/627(035.5):631.6 (075.8)

YAMACDA İNŞA EDİLƏN KANAL VƏ ONUN  
HİDRAVLİK HESABATI

S. T. HƏSƏNOV

Azərbaycan Hidrotekniqa və Meliorasiya Elm-İstehsalat Birliyi

Y. İ. RÜSTƏMOV

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının İdarəetmə Sistemləri İnstitutu

*Məqalə dağ yamaclarında və sərt mailliyə malik ərazilərdə inşa edilən irriqasiya kanalının dayanıqlı və etibarlı konstruksiyasının yaradılmasına və onun ən əlverişli hidravliki en kəsinin və parametrlərinin müəyyən edilməsinə həsr olunmuşdur. Kanal sürüşməyə meyilli yamaclarda, seysmik zonalarda, şişən və çökən qruntlarda, çatlı-qayalı süxurlarda, istənilən hidrogeoloji və iqlim şəraitlərində tətbiq edilə bilən konstruksiyada hazırlanmışdır.*

*Kanal en kəsiyi trapesiya formada olan prizmatik məcradan, dəmir-beton üzlükdən, süzülməyə qarşı sukeçirməyən ekrandan, şişmə və çökmə əleyhinə qum-çınqıl döşəmədən, sürüşməyə və zəlzələyə qarşı şpuntlardan, ana süxura pərcim edilmiş və müəyyən olunmuş məsafələrdən bir alt şpuntla əlaqələndirilmiş svaylardan, kanalın yan divarlarına və yatağına yığılan süzən suları kənarlaşdırmaq və qışda üzlüyü donmadan (qabarmadan) mühafizə etmək üçün alt şpuntun yanında yerləşdirilmiş drenajdan, istismar yolundan, yamacdan axan sel sularını və kənar gətirmələri tutmaq üçün tutucu kanaldan və meşə-kol zolağından ibarətdir.*

*Məqalədə hazırlanmış kanalı layihələndirmək, onun ən əlverişli hidravliki en kəsiyini və parametrlərini təyin etmək üçün hesablama metodları seçilmiş və onlardan istifadə qaydaları və mahiyyəti müfəssəl şərh edilmişdir.*

*Açar sözlər:* dağ yamacı, kanal, sürüşmə, çökmə, şişmə, qrun, şpunt, svay, üzlük, sukeçirməyən ekran, qum-çınqıl döşəmə.

İrriqasiya, energetika və digər məqsədlərlə istifadə olunan kanallar yerin relyefindən, suvarılan ərazinin, energetika və digər obyektlərin yerləşmə vəziyyətindən asılı olaraq sərt yamaclarda və dağ döşündə inşa etmək lazım gəlir. Suvarmanı öz axımı ilə təmin etmək və enerjidaşıyıcılarına qənaət etmək üçün nəqliyici və paylayıcı kanallar, bir qayda olaraq, suvarılacaq ərazinin ən yüksək hissəsində tikilir.

Kanalın keçdiyi qruntlar müxtəlif xassələrə, o cümlədən sürüşməyə, şişmə və çökmə xassələrinə malik olmaqla bəzən seysmik ərazilərdə inşa edilir. Kanal daimi və ya müvəqqəti işlədiyi müddətdə ən ideal beton və ya dəmir-beton üzlüklə üzlənməsinə baxmayaraq onların tikişlərindən və üzlüyün özündən sızma itkiləri baş verir. Nəticədə kanalın əsasını təşkil edən qruntlar nəmlənir və bu da sürüşmə, şişmə və çökmə prosesləri yaratmaqla kanalın dayanıqlığının itirilməsinə gətirib çıxarır. Belə hadisələr praktikada dəfələrlə müşahidə olunmuşdur, məsələn, Xanarxı və Taxtakörpü-Ceyranbatan kanallarında baş verən qəzalar buna bariz nümunədir. Odur ki, yamac zonada inşa edilən kanalların dayanıqlığının təmin edilməsi, onların etibarlılığının artırılması ən vacib məsələlərdən biri hesab edilir.

Yamac zonada yaradılan kanalların konstruksiyaları haqqında müxtəlif təkliflər mövcuddur [1, 4, 5, 7, 9]. Dağ yamacında inşa edilən irriqasiya kanalının ilk konstruksiyası A.N.Kostyakov

tərəfindən təklif edilmiş və sorğu kitablarına daxil edilmişdir [7, 9].

Bu konstruksiyada kanal yamac tərəfdə tam qazmada, yamacın aşağı hissəsində isə tökmədə inşa edilir. Yamacdan axan suları tutmaq üçün dambanın altında küvet tikilir və onun yamacının müəyyən hissəsi betonla üzlənir. Eyni zamanda yamac tərəfdə eni 2-4 m olan berma yaradılır.

Təklif edilən kanalın çatışmayan cəhəti ondan ibarətdir ki, kanalın dibindən və tökmə torpaqdan gedən sızan sular onun dayanıqlığına xələl gətirir və dağılma ehtimalını artırır. İkincisi, yamac tərəfdən axan suların kanala daxil olması aradan qaldırılmaz. Eyni zamanda kanal torpaq məcrada inşa edildiyindən sürüşməyə qarşı müqaviməti azalır.

Dağ yamacında yaradılan kanalın en kəsinin düzbucaq, parabola, trapesiyavari və s. formalarda beton və ya dəmir-beton materiallardan tikilməsi barədə texniki ədəbiyyatlarda təkliflər vardır [1, 5].

Düzbucaqlı formada tikilən kanalın yan divarları istinad divarları kimi inşa edilir. Belə kanalın su buraxma qabiliyyəti trapesiyavari kanallardan dəfələrlə azdır. Onların istismarının (lildən təmizlənməsi) olduqca çətindir.

Sürüşməyə meyilli yamaclarda tikilən kanalların dayanıqlığını artırmaq üçün kanalın oxundan sağ və sol tərəflərdə istinad divarlarının inşa edilməsi barədə də təkliflər mövcuddur. Bu da tikinti xərclərinin artmasına gətirib çıxarır. Eyni zamanda



belə konstruksiyaya malik kanallarda sızma itkiləri getdiyi üçün onların dayanıqlığı təmin olunmur.

Qayalı yamacda kanalın nov, yarım-tunel, boru və tunel şəklində tikilməsi barədə də mülahizələr mövcuddur [1]. Belə kanalların tikilməsi və istismarı praktiki cəhətdən olduqca çətindir, əlverişli çatlı qruntlarda kanalın yarım qapalı və ya qapalı formada tikilməsinə yol verilmir. Beləki, qaya çatlarından və novların birləşmə yerlərindən süzən sular kanalın qısa müddət ərzində sıradan çıxmasına və ya dayanıqlığının itirilməsinə gətirib çıxarır. Belə kanallar etibarlı qurğular hesab edilmir. Onlar böyük su sərfələrini buraxmaq qabiliyyətinə malik olurlar.

Məlum kanalların konstruktiv həllərinin təhlili, onların çatışmayan cəhətləri və praktika göstərir ki, sərt və adi yamaclarda inşa edilən kanallar aşağıdakı tələblərə cavab verməlidir:

1. Kanal elə inşa edilməlidir ki, onlarda sızma itkiləri baş verməməlidir;
2. Kanalın keçdiyi qruntlarda şişmə və çökmə baş verən halda kanalın konstruksiyası deformasiyaya məruz qalmamalıdır;
3. Kanal və onun üzərindəki köməkçi qurğular sürüşməyə və zəlzələyə davamlı olmalıdır;
4. Kanallar zəruri kommunikasiya xətləri (istismar yolları ilə) və köməkçi qurğularla tam təmin olunmalıdır;
5. Yağıntılar zamanı yamac boyu axan sular və kənar əşyalar kanala daxil olmamalıdır;
6. Kanal maksimal sərfi sərbəst şəkildə buraxma və nəql etmə qabiliyyətinə malik olmalıdır;
7. Kanal ən əlverişli hidravliki profilə, parametrlərə və minimal tikinti həcminə malik olmalıdır;
8. Kanal və onun üzərindəki köməkçi qurğular kompakt şəkildə icra edilməlidir;
9. Kanalın istismarı sadə, istismar xərcləri isə az olmalıdır.

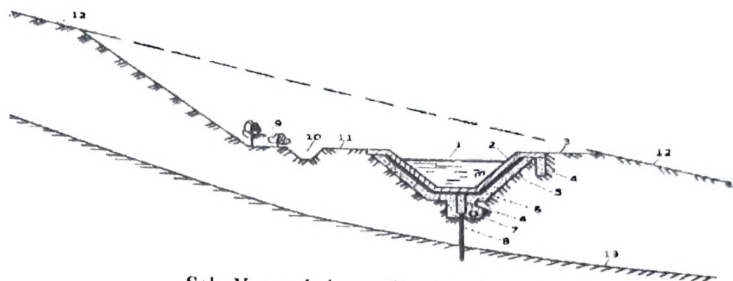
Qeyd edilən prinsipləri nəzərə alaraq dağ yamacında və ya kəskin mailliyə malik ərazilərdə inşa edilən kanalın sürüşməyə, deformasiyaya, dağılmaya və zəlzələyə davamlılığını təmin etmək üçün onun ən mütərəqqi və kompakt konstruksiyası işlənmişdir.

Təklif edilən kanal trapesiyavari en kəsiyə malik prizmatik məcradan 1, dəmir-beton üzlükdən 2, istismar yolundan 3, şpuntlardan 4, sukeçirməyən ekrandan (pərdədən) 5, qum-çınqıl döşəmədən 6, drenaydan 7, svaydan 8, meşə-kol zolağından 9, tutucu arxdan (küvetdən) 10 və berma-yoldan 11 ibarətdir (şək.).

Kanaldan gedən sızma itkilərinin qarşısını almaq, həmçinin ləş qruntlarda şişmə və çökməni aradan qaldırmaq üçün kanal dəmir-beton üzlüklə

üzlənir, onun yatağına və yamaclarına 30-40 sm qalınlığında qum-çınqıl döşənir, qum-çınqıl döşəmənin üstünə sukeçirməyən polimer materialdan ekran (pərdə) çəkilir.

Sürüşmənin qarşısını almaq üçün kanalın dibində və qasında şpuntlar (dəmir-beton divarlar) çəkilir. Dib şpuntu müəyyən edilmiş məsafələrdən bir ana süxura pərçim edilmiş svaylarla əlaqələndirilir.



Şək. Yamacda inşa edilən kanalın en kəsiyi (təklif edilən):  
1-prizmatik məcra; 2-dəmir-beton üzlük; 3-istismar yolu; 4-şpunt çəkilməsi;  
5-sukeçirməyən pərdə; 6-qum-çınqıl döşəmə; 7-drenaj; 8-svay;  
9-meşə-kol  
zolağı; 10-küvet; 11-berma-yol; 12-yamac; 13-ana süxur.

Şiddətli yağıntılar zamanı yamacdan axan sel sularını tutmaq üçün bərmənin yuxarı yamacə tərəf hissəsində küvet (tutucu arx) çəkilir və yamacın sonunda o leysanötürənlə birləşdirilir.

Yamacdan axan suların kinetik enerjisini söndürmək və küvetə kənar əşyaların (daş-qaya parçaları, ağac qırıntıları, palçıq, lil və s.) daxil olmasının qarşısını almaq üçün onun yuxarı yamac tərəfində meşə-kol zolağı salınır (şək.).

Qış dövründə nəmlənmiş kanal yatağında qrunzun qabarması nəticəsində dəmir-beton örtüyün dağılmasının qarşısını almaq və kanal altına toplanmış sızan suları kənarlaşdırmaq üçün kanalın alt şpuntunun yanında drenaj tikilir. Yamacın sonunda drenaj suötürənə birləşdirilir.

Yamac kütləsinin və ümumilikdə kanalın dayanıqlılığını təmin etmək üçün şpuntlardan biri kanalın oxundan aşağı tərəfdə, digər şpunt və svay isə kanalın orta hissəsində yerləşdirilir (şək.).

Yamacda inşa edilən kanalın hidravliki parametrlərinin və həndəsi ölçülərinin təyin edilməsi ən məsul və mürəkkəb məsələlərdən biridir. Bu onunla əlaqədardır ki, kanalın parametrləri təyin edilərkən istifadə edilən hesablamə metodları olduqca müxtəlif olub, onların seçilməsi xüsusi yanaşma tələb edir. Mövcud metodların əksəriyyətinin tətbiqi zamanı olduqca mürəkkəb və uzun-uzadı hesablamə işləri aparmaq lazım gəlir. Beləki, kanalın əsas hidravlik parametrləri – dibdən eni ( $b$ ) və dolma dərinliyi ( $h$ ) təyin edilərkən bu parametrlərdən biri qəbul edilir və sonra digər parametrlər hesablanır [3, 4, 6, 8, 10, 11, 12].



Kanalın tikilməsinə sərf edilən xərcləri, torpaq və material həcmi minimuma endirmək üçün onun ən əlverişli en kəsik profili müəyyən edilməlidir. Kanalın ən əlverişli hidravlik profili ən əlverişli hidravliki radiusa görə tapılır. Ən əlverişli hidravliki radius ( $R_s$ ) kanalın dolma dərinliyinin ( $h$ ) yarısına bərabərdir [3, 10, 11]:

$$R_s = \frac{h}{2}. \quad (1)$$

Bu zaman trapesiyanı kanalın ən əlverişli hidravliki en kəsiyi aşağıdakı nisbəti ödəməlidir:

$$\beta = \frac{b}{h} = 2 (\sqrt{1 + m^2} - m) \quad (2)$$

burada  $m$  – kanalın yamaclıq əmsalı;  $b$  – kanalın dibdən eni,  $m$ ;  $h$  – kanalın dolma dərinliyidir,  $m$ .

Düzənlik ərazilərdə inşa edilən kanallar layihələndirilərkən (1) və (2) şərtlərinə əməl edilmir.

Bu onunla izah olunur ki, düzənlik ərazilərdə, magistral və birinci dərəcəli kanallardan suyun aşağı dərəcəli paylayıcı kanallara ötürmək üçün səviyyələr fərqi yaratmaq lazım gəlir. Ona görə də magistral və birinci dərəcəli kanalların bir qismi yarıqazma-yarıtökmədə inşa edilir və onların dibdən eni ( $b$ ) qəbul edildikdən sonra kanalda suyun dərinliyi ( $h$ ) təyin olunur. Bu zaman kanalın dibdən eni ( $b$ ) dolma dərinliyi ( $h$ ) ilə müqayisədə olduqca böyük alınır. Yamacda tikilən kanallarda buna yol verilmir. Ümumiyyətlə sərt yamaclardan keçən kanalın hidravlik parametrləri və onların əsasında təyin edilən həndəsi ölçülər hökmən ən əlverişli hidravlik radiusa ( $R_s$ ) görə tapılmalıdır.

Kanalların layihələndirilməsi üzrə məlum metodların təhlili göstərir ki, ənənəvi metoddan istifadə etmək həm çətin, həm də xeyli vaxt tələb edir. Bunu nəzərə alaraq hələ keçən əsrin ortalarında İ.İ.Aqroskin tərəfindən olduqca orijinal hesablama üsulu hazırlanmışdır [3, 4, 11, 12].

Maraqlıdır ki, bu üsuldən layihələndirmə zamanı istifadə olunmur və ya olduqca az istifadə edilir. Bu hal, çox güman ki, üsulun çətin mənimsənilməsi ilə izah edilə bilər.

“Abstrak model” prinsipi və ölçüsüz nisbətlər əsasında İ.İ.Aqroskin tərəfindən hazırlanmış üsulla istənilən kanalın, o cümlədən yamacda işləyən kanalın hidravlik hesabını aparmaq olduqca asandır [2, 4, 11]. Bu üsulda əvvəlcə ən əlverişli hidravliki radiusun miqyas qiyməti  $F(R_s)$  təyin edilir:

$$F(R_s) = \frac{Q}{4m_0\sqrt{i}}, \quad (3)$$

burada  $Q$  – kanalın sərfi,  $m^3/\text{san}$ ;  
 $m_0 = 2\sqrt{1 + m^2} - m$  olub kanalın yamaclıq

xarakteristikası;  $m$  – yamaclıq əmsalı;  $i$  – kanalın mailliyidir.

Hesablanmış  $F(R_s)$  kəmiyyətinə və kanalın kələ-kötürlük əmsalına ( $n$ ) görə İ.İ.Aqroskin tərəfindən tərtib edilmiş, sorğu və texniki ədəbiyyatlarda verilmiş xüsusi cədvəldən ( $F(R_s)$  və  $C\sqrt{R}$  kəmiyyətləri üçün tərtib edilmiş cədvəldən [4, 11, 12,]) ən əlverişli radiusun  $R_s$  və  $C\sqrt{R}$ -in qiymətləri tapılır.

Sonra,  $R/R_s=1$  və ya  $\sigma=(m_0h/b_0)=1$  olan hal üçün  $\sigma$ ,  $R/R_s$ ,  $h/R_s$ ,  $b/R_s$  və  $m$  kəmiyyətlərinə görə tərtib edilmiş xüsusi cədvəldən [4, 11, 12,] qəbul edilmiş yamaclıq əmsalına ( $m$ ) əsasən  $h/R_s = \alpha$  və  $b/R_s = \delta$  nisbətlərinin qiymətləri götürülür.

Bu məlum  $B$  və  $H$  qiymətlərinə əsasən kanalın dolma dərinliyi, yəni kanalda suyun dərinliyi ( $h$ )

$$h = \alpha R_s \quad (4)$$

və kanalın dibdən eni ( $b$ )

$$b = \delta R_s \quad (5)$$

təyin edilir.

Göründüyü kimi mürəkkəb hesablama aparmadan kanalın ən əlverişli hidravlik parametrləri müəyyən edilir.

Tapılmış  $h$  və  $b$  parametrlərinin dəqiqliyi belə yoxlanılır.

Əvvəlcə Şezi düsturu ilə (bu düstur bütün dünyada qəbul edilmiş və istifadə olunan yeganə düsturdur) kanalda suyun orta sürəti təyin edilir:

$$v = C\sqrt{R} i \quad (6)$$

burada  $C$  – Şezi əmsalı,  $m^{0.5}$ ;  $R$  – hidravlik radius,  $m$ ;  $i$  – kanalın mailliyidir.

Qeyd edək ki, Şezi əmsalını təyin etmək üçün müxtəlif hesablama düsturları təklif edilmişdir. Məsələn, Pavlovski Manniqa-Forxheymer tərəfindən aşağıdakı düstur verilmişdir:

$$C = \frac{1}{n} R^\gamma, \quad (7)$$

burada  $n$  – kanalın kələ-kötürlük əmsalı;  $R$  – hidravliki radius,  $m$ ;  $\gamma$  – dərəcə göstəricisidir.

N.N.Pavlovskiye görə

$$\gamma = 2,5\sqrt{n} - 0,13 - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0,10),$$

Manniqa görə  $\gamma = \frac{1}{6}$ , Forxheymerə görə isə

$$\gamma = \frac{1}{5}.$$

İ.İ.Aqroskin Şezi əmsalını təyin etmək üçün aşağıdakı düsturu təklif etmişdir:

$$C = \frac{1}{n} + 17,72 \lg R. \quad (8)$$

Kanalın hidravlik hesabı İ.İ.Aqroskin üsulu ilə aparılarkən  $C$ -nin qiymətini təyin etmək lazım gəlmir. Hazır cədvəldən (əvvəlcə qeyd edilib)  $C\sqrt{R}$ -in qiyməti götürülür və (6) düsturunda



yerinə yazıb kanalda suyun orta sürəti ( $v$ ) təyin edilir.

Kanalda suyun orta sürəti ( $v$ ) təyin edildikdən sonra kanalın suburaxma qabiliyyəti ( $Q_h$ ) məlum düsturla yoxlanılır:

$$Q_h = \omega v, \quad (9)$$

burada  $\omega$  – kanalın canlı en kəsik sahəsidir,  $m^2$ .

Trapesiyavari kanalların canlı en kəsik sahəsi aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$\omega = (b + mh) h, \quad (10)$$

burada  $m$  – yamaqlıq əmsalı;  $b$  – kanalın dibdən eni,  $m$ ;  $h$  – kanalın dolma dərinliyidir,  $m$ .

Əgər kanalın sərfi ( $Q$ ), onun hesabı sərfindən ( $Q_h$ ) az olarsa, yəni  $Q < Q_h$ , onda kanalın təyin edilmiş hidravlik parametrlər düzgün hesab edilmir  $Q \geq Q_h$  olmalıdır.

Kanalın sərfi ( $Q$ ) onun xidmət etdiyi ərazinin sahəsinə ( $\omega$ ), ərazidə suvarılan bitkilərinin strukturu (təkişi), suvarma rejimi və suvarma norması əsasında tərtib edilmiş nizamlanmış hidromodul qrafikinə maksimal ordinatına ( $q_{max}$  l/san ha) görə təyin edilir [7].

$$Q_q = \frac{q_{max} \omega}{1000}. \quad (11)$$

Hidromodula görə tapılmış sərf ( $Q_q$ ) gələcək-də ərazidə suvarılacaq sahələrin artırılması nəzərə alınaraq həmin sərf farsirovka əmsalına ( $K$ ) vurularaq artırılır:

$$Q = K Q_q. \quad (12)$$

Hidromodul qrafikinə görə təyin edilmiş ilkin sərfdən ( $Q_q$ ) asılı olaraq  $K$ -nın qiyməti normativ sənədlərə görə 1,05- dən 1,20-yə kimi dəyişir.

Kanalın mailliyi ( $i$ ) yerin relyefinə görə təyin olunur, kanalın kələ-kötürlük əmsalı ( $n$ ) üzlüyün keyfiyyətinə görə və kanalın yamaqlıq əmsalı ( $m$ ) normativlərdə verilmiş məlumatlara əsasən qrunun növündən asılı olaraq qəbul edilir.

Konkret misal təmsalında yuxarıda təsvir edilmiş üsulla yamacda tikilən kanalın hidravliki parametrlərini təyin edək.

**Misal:** Verilir  $Q=50 \text{ m}^3/\text{san}$ ;  $i=0,002$ ;  $m=1$ ;  $n=0,014$ .

Trapesiyavari kanalın dibdən enini və dolma dərinliyini təyin etmək tələb olunur.

Əvvəlcə kanalın yamaqlıq xarakteristikasını təyin edirik:

$$m_0 = 2\sqrt{1+m^2} - m = 2\sqrt{1+1^2} - 1 = 1,828.$$

(3) düsturu ilə ən əlverişli hidravliki radiusun miqyas qiymətini hesablayırıq:

$$F(R_s) = \frac{Q}{4 m_0 \sqrt{i}} = \frac{50}{4 \cdot 1,828 \cdot \sqrt{0,001}} = 153 \text{ m}^3/\text{san}.$$

[4, 11, 12] kitablarının əlavələrində verilmiş xüsusi cədvəldən  $F(R_s)=153$  və  $n=0,014$  əsasən  $R_s=1,34 \text{ m}$ ,  $C\sqrt{R} = 85,3 \text{ m/san}$  olduğunu tapırıq.

Həmin ktbların əlavələrində verilmiş xüsusi cədvəldən  $R/R_s=1$  olan sıradan  $m=1$  olan halda  $h/R_s=2$ ;  $b/R_s=1,66$  olduğunu tapırıq.

Bu nisbətlərə görə kanalın dolma dərinliyi  $h=2R_s=2 \cdot 1,34=2,68 \text{ m}$  və dibdən eni  $b=1,66 R_s=1,66 \cdot 1,34=2,22 \text{ m}$  təşkil edir.

**Yoxlama:** Kanalda suyun orta sürətini (6) düsturu ilə təyin edirik.

$$v = C\sqrt{R} \sqrt{i} = 85,3\sqrt{0,002} = 3,81 \text{ m/san}.$$

Kanalın canlı en kəsiyini (10) düsturu ilə hesablayırıq:

$$\omega = (b + mh) h = (2,22 + 1 \cdot 2,68) 2,68 = 13,13 \text{ m}^2.$$

Kanalın suburaxma qabiliyyətini (hesabı sərfini  $Q_h$ ) (9) düsturu ilə tapırıq:

$$Q_h = \omega v = 13,13 \cdot 3,81 = 50,03 \text{ m}^3/\text{san}.$$

$$Q_h = 50,03 > Q = 50 \text{ m}^3/\text{san}.$$

Hidravliki radiusun ən əlverişli olmasını (1) şərtinə görə yoxlayırıq:

$$R_s = \frac{h}{2} = \frac{2 \cdot 68}{2} = 1,34 \text{ m}.$$

Kanalın ən əlverişli en kəsiyə malik olmasını (2) şərtinə görə yoxlayırıq:

$$\beta = \frac{b}{h} = 2(\sqrt{1+m^2} - m) = \frac{2,22}{2,68} = 2(\sqrt{1+1^2} - 1) = 0,83$$

Göründüyü kimi bütün qiymətlər qoyulan şərtləri tam ödəyir.

Yamacda inşa edilən kanalın ən əlverişli hidravliki en kəsiyini həm də qrafa-analitik metoddla da tapmaq mümkündür [2, 10].

Cədvəl  $Q=f(h)$  qrafiklərini qurmaq üçün məlumatlar

$h, m$	$b = \beta h, m$	$\omega = (b + mh)h, m^2$	$R = \frac{h}{2}, m$	$c = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}$	$i$	$Q = \omega c \sqrt{R}, m^3/\text{san}$	Qeyd
0	0	0	0	0	0	0	$n=...$
$h_1$	$b_1$	$\omega_1$	$R_1$	$C_1$	$i$	$Q_1$	$m=...$
$h_2$	$b_2$	$\omega_2$	$R_2$	$C_2$	$i$	$Q_2$	$\beta=2(\sqrt{1+m^2}-m)$
$h_n$	$b_n$	$\omega_n$	$R_n$	$C_n$	$i$	$Q_n$	

Bu məqsədlə aşağıdakı cədvəl tərtib edilir (cədv.) Verilmiş məlumatlar əsasında cədvəl tərtib edilir və həmin cədvəlin məlumatlarına görə  $Q=f(h)$  qrafiki qurulur. Kanalın layihə sərfinə görə (yuxarıdakı misalda  $Q=50 \text{ m}^3/\text{san}$ -dir) qrafikdən  $h$ -in qiyməti tapılır. Sonra  $b = \beta h$  ifadəsi ilə kanalın



dibdən eni təyin olunur. Hesablamanın dəqiqliyi yuxarıda təsvir edilən qaydada yoxlanılır.

Yamada kanallar torpaq məcrada inşa edilmədiyindən və ya buna yol verilməyi üçün onları yuma sürətinə görə yoxlamağa ehtiyac qalmır. Lakin bu kanallar lillənməyə görə yoxlanılır. Texniki ədəbiyyatlara və normativ sənədlərə görə kanallarda suyun orta sürəti  $0,2-0,4$  m/san-dən az olan halda lillənmə yaranır.

**Nəticə.** Təcrübə göstərir ki, dağ yamaclarında və sərt mailliyə malik ərazilərdə inşa edilən irriqasiya, energetika və digər təyinatlı kanalların məlum konstruksiyaları sürüşməyə, zəlzələyə, şişmə, çökmə, donma, sızma və digər hadisələrə qarşı dayanıqlığı və etibarlılığı zəifdir. Məsələn, ən keyfiyyətli beton üzlüklə tikilən kanallarda sızma

itkiləri baş verir və onların yatağı tez bir zamanda deformasiyaya uğrayaraq dağılır. Məlum konstruksiyalı kanallar sürüşmə və seysmik zonalarda daha etibarsız hesab olunur. Kiçik təkanlar və ya sürüşmə onların dağılmasına və qəza hadisələrinə gətirib çıxarır. Odur ki, dağ yamaclarında və sərt maili ərazilərdə tikilən kanallar xüsusi konstruksiyaya malik olmalıdır.

Maili düzənliklərdən fərqli olaraq dağ yamaclarında və sərt mailliyə malik ərazilərdə inşa edilən kanalların en kəsiyi və parametrləri ən əlverişli hidravliki en kəsiyə görə hesablanılmalı və layihələndirilməlidir. Bu onların dayanıqlığını və etibarlılığını artırmaqla bərabər, tikinti işlərinin həcmnin və xərclərinin minimuma endirilməsinə imkan verir.

#### ƏDƏBİYYAT

1. Bağırov S.I., Məmmədov A.Q. Kanallar və onların üzərindəki hidrotexniki qurğular. - Bakı: Maarif, 1983, - 244 s. 2. Həsənov S.T., Həbibov F.N. Şəhər tikintisində drenaj və onun layihələndirilməsi haqqında // Azərbaycanca inşaat və memarlıq, 2014, №3, s. 25-34. 3. Агроскин И.И., Дмитриев Г.Т., Пикалов И.Ф. Гидравлика. - М.-Л.: Госэнергоиздат, 1944-1954, - 334 с. + 484 с. 4. Андреевская А.В., Кременецкий Н.Н., Панова М.В. Задачник по гидравлике. - М.: Энергия, 1970, - 568 с. 5. Гидротехнические сооружения/Г.В.Железняков, Ю.А.Ибаль-заде, П.Л.Иванов и др.: Под общ. ред. В.П. Недриги. - М.: Стройиздат, 1981, - 543 с. 6. Киселев П.Г. Справочник по гидравлическим расчетам /Под. ред. В.Д.Журина. - Л.: Энергоиздат, 1950, - 568 с. 7. Костяков А.Н. Основы мелиорации. - М.: Сельхозгиз, 1960, - 624 с. 8. Румянцев И.С., Мацея В.Ф. Гидротехнические сооружения. - М.: Агропромиздат, 1988, - 430 с. 9. Справочник по мелиорации / Б.С. Маслов, И.В. Минаев, К.В. Губер. - М.: Росагропромиздат, 1989, - 384 с. 10. Угинчис А.А., Чугаева Е.А. Гидравлика. - Л.: Стройиздат, 1971, - 251с. 11. Штеренлихт Д.В. Гидравлика. М.: Энергоатомиздат, 1984, - 640 с. 12. Штеренлихт Д.В. Гидравлика. Кн.2. М.: Энергоатомиздат, 1991, - 367 с.

#### Канал на косогоре и его гидравлический расчёт

С.Т. Гасанов, Я.И. Рустамов

Статья посвящена разработке устойчивой и надёжной конструкции ирригационных, энергетических и других каналов, проходящих по крутому склону и установлению их гидравлически наивыгоднейшего сечения. Предложенный канал предназначен для применения в сейсмических и оползневых зонах, в просадочных и набухающих грунтах, трещиноватых породах, в неблагоприятных природно-гидрогеологических условиях.

Канал содержит призматическое русло трапецидального сечения, антифильтрационную железобетонную одежду, водонепроницаемый экран, песчанно-гравелистую подготовку для предотвращения набухания и усадки грунта, противооползневые шпунты и сваи для защиты сооружения от воздействия землетрясений, дренажа для отвода скопившейся воды под платом канала и защиты его от выпучивания в зимнее время, перехватывающий канал для недопущения селевых потоков, образовавшихся на склоне в основной канал, эксплуатационную дорогу, кустарно-лессовую полосу для снижения кинетической энергии селевых потоков и перехвата сторонних предметов.

Для проектирования и определения наивыгоднейшего сечения и параметров канала выбраны расчётные методы, изложена их сущность и порядок проведения расчётов.

**Ключевые слова:** косогор, канал, оползень, просадка, набухание, грунт, шпунты, сваи, одежда, водонепроницаемый экран, песчано-гравелистая подстилка.

#### Contour canal and its hydraulic analysis

S.T.Hasanov, Y.I.Rustamov

The paper is devoted to development of stable and reliable construction of irrogational, energetic and other canals along slope and passing along steep slope and establishment of their hydraulic optimum section. The offered canal was designed for using in seismic and landslide zones, in sagged and swelling soils, in cracked rocks, in unfavourable natural-hydrogeological environment.

The canal contains trapezoidal section prismatic bed, anti-filtrational reinforced concrete facing, watertight barrier, sand and gravel arrangements for prevention of swelling and shrinkage of soil landslide protection sheet piles for safety protection of construction from earthquakes, drainage for water diversion under the table-land of the canal and protection it from bulking in winter time, catching the canal for avoiding mud flow that appear on the slope, to main channel, inspection path, primitive-loessic band for lowering kinetic energy of mud flow and trapping off-site things. For designing and determining the optimum section and canal parameters, the calculation methods are selected, their essence and order of computational analysis is stated.

**Key words:** slope, canal, landslide, subsidence, swelling, soil, sheet-pile, piles, facing, watertight barrier, sand and gravel underlayer.

*Bu iş Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun maliyyə yardımı ilə yerinə yetirilmişdir – Qrant № EIF-KETPL – 2 – 2015 -1(25) – 56/13/1.*